



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nl ungungsschrift  
10 DE 44 47 357 A 1

61 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
C 10 B 53/00  
C 10 J 3/58  
C 08 J 11/14  
C 10 G 1/10  
B 29 B 17/00  
F 23 G 5/027

21 Aktenzeichen: P 44 47 357.5  
22 Anmeldetag: 20. 12. 94  
43 Offenlegungstag: 27. 8. 98

DE 44 47 357 A 1

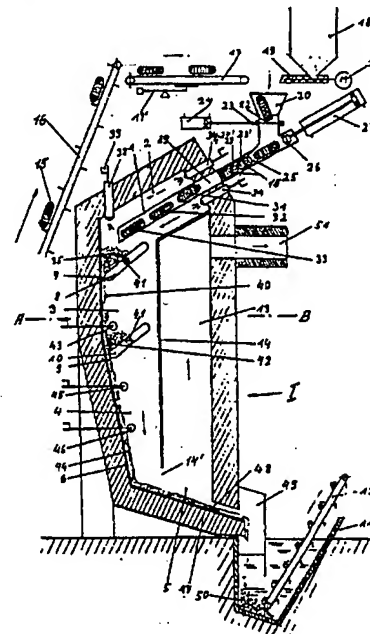
71 Anmelder:  
Umweltgemeinschaft RundUm eV, 12681 Berlin, DE  
74 Vertreter:  
Böbel und Rönnicke, 10318 Berlin

72 Erfinder:  
Schleicher, Hagen, 12435 Berlin, DE  
56 Entgegenhaltungen:  
DE 40 40 377 C1  
DE 27 24 813 C3  
DE-AS 19 39 715  
EP 5 32 901 A1  
Thomé-Kozmiensky: Pyrolyse von Abfällen,  
EF-Verlag f. Energie- und Umwelttechnik, Berlin,  
1985, S. 23, 24, ISBN 3-924511-11-X;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Verfahren und Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen durch eine chemisch-thermische Behandlung

67 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen durch eine chemisch-thermische Behandlung. Sie dient dazu, daß die Altreifen ohne Trennung in ihre Bestandteile aufbereitet werden. Dieses wird dadurch erreicht, daß unzerteilte Altreifen die Reaktionsstufen einer Pyrolyse, einer Vergasung von Pyrolyseprodukten sowie einer Eisen-Wasserdampf-Reaktion in einem schachtförmigen Reaktor von oben nach unten durchlaufen, wobei in allen Reaktionsstufen ein überhitztes Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisch zugeführt und freigesetzte Wärmeenergie genutzt wird, wobei ein in den Reaktionsstufen erzeugtes Reaktionsgas, welches Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthält, sowie entstehende eisenreiche Schlacke kontinuierlich dem Reaktor entnommen werden.



DE 44 47 357 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen durch eine chemischthermische Behandlung.

Es ist bereits die Pyrolyse bei der Altreifenverwertung bekannt. In der DE 27 24 813 C3 ist eine Anlage zum Aufbereiten von Altreifen und ähnlichen Gummiverbundstoffen beschrieben. Hierbei ist eine kryogene Zerkleinerungseinrichtung zum Unterkühlen und Brechen des Altmaterials und zum Abschlagen der Gummibestandteile von den textilen und/oder metallischen Bestandteilen vorgesehen. Dieser Trenneinrichtung ist dann eine Pyrolyseeinrichtung zum Aufbereiten der mit Gummibestandteilen behafteten textilen und/oder metallischen Restbestandteile nachgeordnet. Die bei der Pyrolyse der Restbestandteile gewonnene Energie dient dem Betreiben der Anlage.

In der DE-AS 19 39 715 ist ein Verfahren zur Rückgewinnung eines Gemisches aus Ruß und Zinkoxid aus vulkanisiertem Altgummi durch Pyrolyse beschrieben, bei dem der vulkanisierte Altgummi auf eine Korngröße von ca. 4 bis 8 mm zerkleinert und anschließend in dünnen Schichten von weniger als 50 mm Dicke der Pyrolyse unterworfen wird. In Vorbereitung des Altreifens auf dieses Verfahren ist dieser ebenfalls zu zerkleinern und in seine Bestandteile, nämlich Gummi, Fasern des Cordgewebes und metallische Anteile, zu trennen.

Die Zerkleinerung von Altreifen und die Trennung seiner Bestandteile in mehrere Komponenten ist technologisch sehr aufwendig und kostenintensiv.

Weiterhin sind, wie in "Pyrolyse von Abfällen" von Karl J. Thomé-Kozmiensky — Berlin: EF — Verlag für Energie- und Umwelttechnik, 1985 Seite 23—24 beschrieben, dem Hausmüll auch Altreifen bei der Pyrolyse zugegeben worden. Im Ergebnis der Versuche lieferte die gemeinsame Pyrolyse von Abfall mit Altreifengummi eine wesentlich höhere Gasausbeute. Der Altreifenzusatz brachte aber gleichzeitig einen um über 30% erhöhten Teeranfall. Im Ergebnis der Versuche wurde festgestellt, daß auf die Zugabe von Altreifen zu Haushaltsabfällen verzichtet werden soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen durch eine chemisch-thermische Behandlung zu schaffen, wobei die Altreifen ohne Trennung in ihre Bestandteile aufbereitet werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß unzerteilte Altreifen die Reaktionsstufen einer Pyrolyse, einer Vergasung von Pyrolyseprodukten sowie einer Eisen-Wasserdampf-Reaktion in einem schachtförmigen Reaktor von oben nach unten durchlaufen, wobei in allen Reaktionsstufen ein überhitztes Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisch zugeführt und freigesetzte Wärmeenergie genutzt wird, wobei ein in den Reaktionsstufen erzeugtes Reaktionsgas, welches Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid enthält sowie entstehende eisenreiche Schlacke kontinuierlich dem Reaktor entnommen werden.

Durch die erfindungsgemäße Lösung wird erreicht, daß der verwertbare Energieanteil der Altreifen weitgehend zurückgewonnen und in eine speicherbare Form als Reaktionsgas überführt wird. Gleichzeitig ist die eisenreiche Schlacke weiter verwendbar. Das Verfahren ermöglicht weiterhin, die Reifen unzerteilt einzusetzen, so daß eine kostenaufwendige Vorbehandlung vermieden wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens

besteht darin, daß im oberen Bereich des schachtförmigen Reaktors die Pyrolyse der organischen Bestandteile eines unzerteilten Altreifens in einem Zeitraum von 0,5 bis 4 min unter Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches mit einem Anteil von 2 bis 8 Vol.-% O<sub>2</sub> sowie einer Temperatur von 600 bis 800°C durchgeführt wird und anschließend auf einer tieferliegenden Stufe in dem Reaktor die knäueiförmigen Pyrolyseprodukte, welche Pyrolysekoks und Stahldrahtanteile enthalten, in einer gasdurchlässigen Anhäufung gesammelt werden und der Pyrolysekoks unter Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches mit einem Anteil von 5 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> und einer Temperatur von etwa 800°C vergast wird, wobei gleichzeitig bei dem von Pyrolysekoks freigelegten Stahldrahtanteil die Eisen-Wasserdampf-Reaktion eingeleitet wird und die während dieses Prozesses entstehende inhomogene Schlacke mit Reifenbestandteilen nach unten bis auf die nächste Stufe abfließt, wobei der Reaktor in dem durchflossenen Bereich eine Temperatur von 1000 bis 1500°C aufweist und auf der nächsten Stufe die dort entstehende Anhäufung unter Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches mit einem Anteil von 8 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> und einer Temperatur von etwa 1000°C weiter vergast wird und die entstehende flüssige Schlacke bei einer Temperatur von 1500 bis 1800°C abwärts fließt und anschließend aus dem Reaktor ausgetragen wird, wobei das entstehende Reaktionsgas bis in den unteren Bereich des Reaktors strömt und anschließend in einem vertikalen Ausgangsschacht nach oben strömt und dabei die Wärmeenergie an die einzelnen Reaktionsstufen im Gegenstrom abgibt sowie im oberen Bereich des Reaktors austritt.

Vorzugsweise werden dem Reaktor mit den unzerteilten Altreifen zur Bildung von Schlacke geeignete Zuschlagstoffe, vorzugsweise gebrannter oder gelöschter Kalk, zugeführt.

Hierbei ist es möglich, daß in Abhängigkeit vom Gewicht der in einer vorbestimmten Zeit zugeführten Altreifen der Anteil der zuzuführenden Zuschlagstoffe bestimmt wird.

In weiterer Ausbildung der Erfindung umfaßt diese eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, welche eine Zuführvorrichtung zu einem Reaktor und Aufnahmeverrichtungen für erzeugte Produkte aufweist, wobei der Reaktor schachtförmig ausgebildet ist und von oben nach unten verlaufend einen Kopfraum, einen Hauptverbrennungsraum, einen Nachverbrennungsraum sowie einen Schlackenraum aufweist, wobei in dem Kopfraum ein Schachtrost zur Aufnahme der unzerteilten Altreifen für die Pyrolyse angeordnet ist und zwischen dem Kopfraum sowie dem Hauptverbrennungsraum unter dem Schachtrost ein erstes Stellelement zur Aufnahme der gasdurchlässigen Anhäufung aus Pyrolysekoks und Stahldrahtanteilen und zwischen dem Hauptverbrennungsraum und dem Nachverbrennungsraum ein zweites Stellelement für eine weitere Anhäufung von Altreifenbestandteilen angeordnet ist, wobei zwischen den Stellelementen und der vorderen, die Räume begrenzenden Wand des Reaktors Spalte zum Durchfluß von Schlacke und Altreifenreste angeordnet sind, wobei die hintere Seite der Räume durch eine Strahlungswand begrenzt ist, zwischen der und der hinteren Wand des Reaktors ein vertikaler Ausgangsschacht für das entstehende Reaktionsgas angeordnet ist, wobei dieser über eine untere Öffnung in der Strahlungswand mit dem Schlackenraum verbunden ist und im oberen Bereich des Reaktors ein Austritt für das

Reaktionsgas angeordnet ist und wobei in den Räumen Düsen zum Eintritt des überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches angeordnet sind.

Mit dem Reaktor der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, die unzertheilten Altreifen vollständig thermisch zu zersetzen und dabei weitgehend verwertbare Produkte zu erzeugen. Das erzeugte Reaktionsgas gibt dabei im Ausgangsschacht auf steigend über die Strahlungswand Wärmeenergie für die Zersetzung ab.

Der Schachtrost weist vorzugsweise ein sich nach vorn verbreitertes Teil auf, welches mit einer unteren Rostfläche zur

Aufnahme des unzertheilten Altreifens und einer die obere Seite des Schachtrostes begrenzenden Rostfläche versehen ist, wobei der Abstand zwischen diesen größer als die Höhe des Altreifens ist und dabei die vordere Rostfläche vollständig über dem ersten Stellelement angeordnet ist.

Hierdurch ist es möglich, die unzertheilten Altreifen lagegerecht in die Reaktionsstufe der Pyrolyse einzuführen sowie die Reste über die vordere Rostfläche vollständig auf das obere Stellelement aufzubringen.

Zur sicheren Einführung der unzertheilten Altreifen in den Reaktor ist es zweckmäßig, daß vor dem Schachtrost ein durch die Wand des Reaktors nach außen hindurchragender Zuführungsschacht angeordnet ist, an dessen äußerem Ende ein Trichter zur Einführung von unzertheilten Altreifen und Zuschlagstoffen in dem Reaktor angeordnet ist, wobei am vorderen Ende des Zuführungsschachtes ein axial in diesen verschiebbarer Stempel zum Verschieben der Altreifen in den Reaktor angeordnet ist.

Eine Zuführung von Altreifen und Zuschlagstoffen ist möglich, indem in dem Trichter ein horizontaler, über ein Gelenk mit einem Antrieb verbundener, horizontal verschiebbarer Schieber angeordnet ist.

Vorzugsweise ist in dem Zuführungsschacht zwischen dem Trichter und dem Reaktor eine Schachtverengung angeordnet, an deren Wänden die unzertheilten Altreifen, den Innenraum des Reaktors nach außen abdeckend, anliegen.

Dabei können in der Schachtverengung den Altreifen in seiner Lage fixierende Vorsprünge angeordnet sein.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß jedes Stellelement auf einer parallel zu der vorderen Wand des Reaktors verlaufenden Stellachse angeordnet und um diese verschwenkbar ist, wobei der Spalt zwischen der Wand und dem vorderen Ende des Stellelementes einstellbar ist.

Hierbei weist zweckmäßigerweise der Spalt vor dem ersten Stellelement eine größere Breite als der Spalt vor dem zweiten Stellelement auf.

Vorzugsweise ist die vordere Wand des Reaktors als eine Reaktionswand ausgebildet, entlang der die Reifenbestandteile sowie die Schlacke abfließen.

Die Zünder des Reaktors können im Kopfraum angeordnet sein.

Es ist zweckmäßig, wenn der Schlackenraum mit einem die granulierende, eisenreiche Schlacke abkühlendes, mit Wasser gefülltem Löschbecken verbunden ist, wobei vor einem Auslauf aus dem Schlackenraum vorzugsweise ein Überlauf angeordnet ist und der Schlackenraum nach außen durch eine in das Wasser des Löschbeckens eintauchende Abdeckung abgeschlossen ist.

Dabei kann das Löschbecken mit einem in dieses hineinragenden, das Granulat abziehendes Becherwerk in Verbindung stehen.

Weiterhin sind vorzugsweise dem Ausgang aus dem Reaktor für das Reaktionsgas, welches Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthält, an sich bekannte Einrichtungen der Gasaufbereitung und der Restwärmeverwertung nachgeordnet.

Aus dem Reaktionsgas kann Synthesegas, Reaktionsgas und/oder technischer Wasserstoff hergestellt werden.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 die Vorderansicht der Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen im Schnitt,

Fig. 2 die Vorderansicht eines Schachtrostes mit dem Zuführungsschacht und Trichter nach Fig. 1,

Fig. 3 die Draufsicht auf die Darstellung nach Fig. 2,

Fig. 4 den Schnitt A-B nach Fig. 1.

Wie die Fig. 1 zeigt, weist die Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen 15 durch eine chemisch-thermische Behandlung einen schachtförmigen Reaktor I auf. Der Innenraum des Reaktors I ist im wesentlichen von oben nach unten in einen Kopfraum 2, einen Hauptverbrennungsraum 3, einen Nachverbrennungsraum 4 sowie einen Schlackenraum 5 unterteilt. Die vordere Seite des Reaktors I bildet dabei eine Reaktionswand 6.

In dem Kopfraum 2 ist ein in den Fig. 2 und 3 näher dargestellter Schachtrost 1 angeordnet.

Zur Unterteilung des Innenraumes des Reaktors I ist zwischen dem Kopfraum 2 und dem Hauptverbrennungsraum 3 sowie zwischen diesem und dem Nachverbrennungsraum 4 jeweils ein um eine Stellachse 41 schwenkbares Stellelement 8; 10 angeordnet. Die Stellachse 41 verläuft dabei annähernd parallel zur Reaktionswand 6. Hierdurch ist zwischen der vorderen Stirnfläche des Stellelementes 8; 10 und der Reaktionswand 6 ein Spalt 7; 9 unterschiedlicher Breite einstellbar.

Im Bereich des Kopfraumes 2 sowie des Hauptverbrennungsraumes 3 ist die Reaktionswand 6 annähernd vertikal angeordnet, während sie im Bereich des Nachverbrennungsraumes 4 zum Innenraum des Reaktors I hin geneigt ist.

Der sich anschließende Schlackenraum 5 bildet den unteren Teil des Reaktors I. Er ist über einen Auslauf 48 mit einem mit Wasser gefüllten Löschbecken 11 zur Aufnahme von ausfließender dünnflüssiger Schlacke 47 verbunden. Im Bereich des Schlackenraumes 5 bildet die Reaktionswand 6 den Boden des Innenraumes des Reaktors I und ist dabei in Richtung zum Auslauf 48 geneigt.

In dem hinteren Teil des Innenraumes des Reaktors I ist vertikal ein Ausgangsschacht 13 angeordnet. Dieser erstreckt sich von dem Schlackenraum 5 nach oben bis zu einem in der Rückwand des Reaktors I angeordneten Austritt 51 für erzeugtes Synthesegas.

Der Ausgangsschacht 13 ist an seiner Rückseite und seitlich durch die Wände des Reaktors I begrenzt. Im Innenraum des Reaktors I ist zu seiner Abgrenzung von dem Kopfraum 2, dem Haupt- und Nachverbrennungsraum 3; 4 sowie dem Schlackenraum 5 eine Strahlungswand 14, welche annähernd parallel zu der oberen und hinteren Seitenwand des Reaktors I verläuft, angeordnet. An dem unteren Ende weist die Strahlungswand 14 eine Öffnung 14' auf, über die der Schlackenraum 5 mit dem Ausgangsschacht 13 verbunden sind.

Vor dem Reaktor I ist zur Zuführung von unzertheilten Altreifen 15 ein Förderband 16 vorgesehen. Dieses kann aber auch durch eine andere Fördereinrichtung ersetzt werden. Nach dem ersten Förderband 16 ist ein weiteres

Förderband 17, welches einer Bandwaage 17' zugeordnet ist, angeordnet. Weiterhin weist die Vorrichtung einen Vorratsbehälter 18 für Zuschlagstoffe, welcher mit einer mit einem Antrieb 21 verbundenen Förderschnecke 19 versehen ist, auf. Die Zuschlagstoffe bestehen im wesentlichen aus gebranntem oder gelöschtem Kalk und werden in Abhängigkeit von der in einer bestimmten Zeiteinheit zugeführten Masse der unzertheilten Altreifen 15 dem Reaktor I mit zugeführt. Zur Mengenbestimmung steht der Vorratsbehälter 18 mit der Bandwaage 17 in Wirkverbindung.

Für die Zuführung der Altreifen 15 und der Zuschlagstoffe zu dem Reaktor I ist ein Trichter 20 vorgesehen. Dieser ist an einem Zuführungsschacht 25 angeordnet, welcher mit dem im Kopfraum 2 angeordneten Schachtrost 1 verbunden ist.

In Fig. 2 und 3 ist der Schachtrost 1 mit dem Zuführungsschacht 25 und dem Trichter 20 näher dargestellt. In dem Trichter 20 ist ein horizontaler Schieber 22, der über ein Gelenk 23 mit einem Antrieb 24 verbunden ist, verschiebbar angeordnet. Dadurch ist es möglich, den Trichter 20 in vorbestimmter Weise zu öffnen und gasdicht zu verschließen. Unterhalb des Trichters 20 ist der vorzugsweise in Richtung des Reaktors I schräg nach unten geneigte Zuführungsschacht 20 angeordnet.

Am vorderen Ende desselben ist vor dem Trichter 20 ein axial in den Zuführungsschacht 25 verschiebbarer Stempel 26 angeordnet. Dieser ist vorzugsweise durch einen hydraulischen Antrieb 27 angetrieben. Der Zuführungsschacht 25 weist zwischen dem Trichter 20 und dem Reaktor I eine Schachtverengung 28 auf, welche zur Fixierung der Altreifen 15 in dieser mit Vorsprüngen 28' versehen sein kann.

Der Zuführungsschacht 25 ist über eine Öffnung 29 mit dem Kopfraum 2 des Reaktors I verbunden.

In dem Kopfraum 2 ist der Schachtrost 1 angeordnet. Dieser weist ein verbreitertes Teil 30 (Fig. 3) auf, welches mit einer unteren und einer oberen Rostfläche 36; 37 versehen ist. Die untere Rostfläche 36 ist dabei unmittelbar über dem ersten Stellelement 8 angeordnet.

In dem Kopfraum 2 sind in dessen Stirnwand gegenüber der Reaktionswand 6 über und unter der Öffnung 29 mehrere Düsen 34 zur Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches für die Pyrolyse sowie Zündbrenner 34' des Reaktors I angeordnet. Weiterhin sind in der oberen Deckwand des Reaktors I zwischen der Reaktionswand 6 und dem vorderen Ende des Schachtrostes 1 vertikal nach unten auf das erste Stellelement 8 gerichtete Düsen 38 zum Austritt eines Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches angeordnet. Die Zuführung des Gemisches erfolgt über Rohrleitungen 39.

In dem Hauptverbrennungsraum 3 sind in den Seitenwänden des Reaktors I einander gegenüberliegende Düsen 43 (Fig. 4) angeordnet, die ebenfalls zur Zuführung eines Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches dienen. In dem Nachverbrennungsraum 4 sind in gleicher Weise wie bei den Düsen 43 weitere Düsen 45; 46 parallel zur Reaktionswand 6 übereinanderliegend angeordnet.

In Fig. 4 ist weiterhin das Stellelement 8 mit seiner Stellachse 41 gezeigt. Die Stellachse 41 ist mit einem Antrieb 41', vorzugsweise einem elektrischen Motor, verbunden. Durch Schwenken des Stellelementes 8 um die Stellachse 41 ist der Spalt 9 in unterschiedlicher Breite einstellbar. Eine gleiche Ausbildung ist bei dem zweiten Stellelement 10 möglich.

Der Schlackenraum 5 ist, wie bereits dargelegt, über einen Auslauf 48 mit einem mit Wasser gefüllten Lös-

becken 11 verbunden. Dabei ist außerhalb des Reaktors I vor dem Auslauf eine Abdeckung 49 angeordnet, welche mit ihrem unteren Ende in das Wasser des Lösbeckens 11 eintaucht und damit einen sicheren Verschluss des Reaktors I nach außen bildet. Zur Förderung des Granulats 50 aus dem Lösbecken 11 ist ein Becherwerk 12 in diesem angeordnet.

Dem Austritt 51 für das erzeugte Reaktionsgas sind an sich bekannte Einrichtungen zu dessen Reinigung und weiterer Aufbereitung sowie Restwärmenutzung nachgeordnet.

Die Vorrichtung ermöglicht die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zum Aufbereiten von Altreifen 15 durch eine chemisch-thermische Behandlung werden diese unzerkleinert, wie vorstehend beschrieben, dem Trichter 20 zugeführt. Nach der Zugabe von Zuschlagstoffen aus dem Vorratsbehälter 18 über die Förderschnecke 19 wird der Schieber 22 geöffnet, und der unzertheilte Altreifen 15 gleitet in den Zuführungsschacht 25.

Da dieser nach unten in Richtung des Reaktors I geneigt ist, rutscht er vor die Schachtverengung 28. Er wird in diese mittels des Stempels 26 geschoben und durch die Vorsprünge 28' in diesen gehalten. Damit ist der Reaktor I durch die Altreifen 15 selbst verschlossen. Vorzugsweise liegen mindestens zwei Altreifen 15 gleichzeitig in der Schachtverengung 28. Durch neu hinzukommende Altreifen 15 wird der vordere Altreifen 15 aus der Schachtverengung 28 geschoben und rutscht durch die Öffnung 29 in den Kopfraum 2 des Reaktors I auf den verbreiterten Teil 30 des Schachtrostes 1. Im Kopfraum 2 verbleiben die unzertheilten Altreifen 15 dort in den Positionen 31; 32; 33 für etwa 0,5 bis 4 min. Auf dem Schachtrost 1 erfolgt die Pyrolyse der organischen Bestandteile der Altreifen 15. Die dazu erforderliche thermische Energie wird aus dem bereits erzeugten Reaktionsgas in dem Ausgangsschacht 13 über die Strahlungswand 14 sowie dem Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisch, welches über die Düsen 34 zugeführt wird, entnommen. Das Gemisch besteht aus überhitztem Wasserdampf von 600 bis 800°C mit einem Anteil von 2 bis 8 Vol.-% O<sub>2</sub>.

Durch den hohen Wasserdampfgehalt des zugeführten Gasgemisches entsteht weniger Pyrolysekoks. Gleichzeitig wird aber auch erreicht, daß die Pyrolysetemperatur eingehalten wird und der Pyrolyserückstand auf dem Schachtrost 1 nicht sintert und anbackt. Da die unzerkleinerten Altreifen 15 nur wenig deformiert auf den Schachtrost 1 gelangen, bilden sie eine relativ große Reaktionsfläche zur Gasphase, die auch noch in der Position 33 beim Zersetzungsschmelzen des Gummis der unzertheilten Altreifen 15 durch ihre freiwerdenden Stahldrahtanteile als Geflecht im wesentlichen erhalten bleibt. Am Ende des Schachtrostes 1 ist der Pyrolyseprozeß weitestgehend beendet. Durch das Nachschieben weiterer unzertheilter Altreifen 15 werden die knäuelartigen Pyrolyserückstände auf das erste Stellelement 8 geschoben und bilden eine gasdurchlässige Anhäufung 35 welche Stahldrahtanteile, Pyrolysekoks und den Zuschlagstoff enthält. Das erste Stellelement 8 ist unmittelbar unter der unteren Rostfläche 36 des Schachtrostes 1 angeordnet.

Die auf dem ersten Stellelement 8 befindliche, gasdurchlässige Anhäufung 35 wird durch die vertikal angeordneten Düsen 38 mit einem auf etwa 800°C überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisch mit 5 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> angestrahlt, um den entstandenen Pyrolysekoks zu vergasen. In dieser Phase beginnt an dem vom

Pyrolysekoks freigelegten Stahldrahtanteil die Eisen-Wasserdampf-Reaktion, wodurch zusätzlicher Wasserstoff entsteht. Durch die Reaktionswärme und die Wärmestrahlung aus dem Reaktionsgas über die Strahlungswand 14 wird die gasdurchlässige Anhäufung 35 des Pyrolyserückstandes kontinuierlich unter Mitwirkung des Zuschlagstoffes als Schlacke abgeschmolzen. Eine entstandene Schlacke 40 fließt durch den auf 10 bis 15 cm Breite einstellbaren Spalt 7 zu dem zweiten Stellement 10 ab. Dabei werden vorhandene feste Reifenbestandteile für die weitere Reaktion mit der Dampf-atmosphäre freigelegt. Beim Abfließen der noch inhomogenen Schlacke 40 durchfließt diese an der Reaktionswand 6 den Hauptverbrennungsraum 3. Der Hauptverbrennungsraum 3 wird auf einer Temperatur von etwa 1000 bis 1500°C gehalten.

An dem zweiten Stellelement 10 ist die Breite des Spaltes 9 in einem Bereich von 2 bis 6 cm einstellbar, und die Reste von bereits gesintertem, klumpendem Eisendraht aus der flüssigen Schlacke 40 werden zurückgehalten, so daß sie durch die Eisen-Wasserdampf-Reaktion zu Schlacke umgesetzt werden können. Zur Förderung dieser Reaktion wird eine auf dem zweiten Stellelement 10 befindliche Anhäufung 42 aus einander gegenüberliegenden Düsen 43 — Fig. 4 — mit einem auf etwa 1000°C überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisch, welches ca. 8 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> enthält, angestrahlt.

Die flüssige Schlacke 44 fließt nunmehr bei einer Temperatur von 1500 bis 1800°C an der Reaktionswand 6 durch den Nachverbrennungsraum 4 abwärts zum Schlackenraum 5. Dabei wird die flüssige Schlacke 44 zur Erhöhung des Schlackenausbrandes durch die Düsen 45; 46 mit geringen Mengen eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches, welches ebenfalls 8 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> enthält, angestrahlt. Da die Schlacke hier bereits dünnflüssig ist, ist es zweckmäßig, daß die Reaktionswand 6 zum Innenraum des Reaktors I geneigt ist.

Aus dem Schlackenraum 5 fließt die flüssige Schlacke 47 kontinuierlich in das Löschbecken 11 ab. Durch einen nicht weiter dargestellten Überlauf vor dem Auslauf 48 kann der Schlackepegel im Schlackenraum angehoben werden, um höhere Reaktortemperaturen und damit einen höheren Reifendurchsatz zu erreichen. Die flüssige Schlacke 47 tropft in das im Löschbecken 11 befindliche Wasser und bildet ein Granulat 50. Dieses wird durch das Becherwerk 12 abgezogen.

Während der aufeinanderfolgenden Reaktionsstufen der Gummipyrolyse, der Vergasung der Pyrolyseprodukte sowie der Eisen-Wasserdampf-Reaktion entsteht ein Reaktionsgas, welches Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthält. Dieses durchströmt den Kopfraum 2, den Hauptverbrennungsraum 3 sowie den Nachverbrennungsraum 4. Anschließend strömt es durch die Öffnung 14' in der Strahlungswand 14 in den Ausgangsschacht 13 und dann über den Austritt 51 aus dem Reaktor I. Während des Durchströmens des Ausgangsschachtes 13 von unten nach oben gibt das Reaktionsgas über die Strahlungswand 14 Wärmeenergie an die gegenüberliegenden Räume 2; 3; 4 ab. Damit wird der Gesamtenergiebedarf bei der chemisch-thermischen Behandlung der Altreifen 15 verringert.

Das erzeugte Reaktionsgas wird anschließend den an sich bekannten nachgeordneten Einrichtungen zugeführt.

Bei der Erfindung ist unter unzerteilten Altreifen 15 zu verstehen, daß diese nicht in ihre Einzelbestandteile, wie Gummi, Cordgewebe, Stahldrähte usw., zerlegt

werden müssen. Es ist jedoch auch möglich, daß größere Altreifen, wie von Traktoren usw., in einzelne Abschnitte unterteilt werden, die dann eine Aufnahme in dem Zuführungsschacht 25 finden können.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Altreifen durch eine chemisch-thermische Behandlung, dadurch gekennzeichnet, daß unzerteilte Altreifen (15) die Reaktionsstufen einer Pyrolyse, einer Vergasung von Pyrolyseprodukten sowie einer Eisen-Wasserdampf-Reaktion in einem schachtförmigen Reaktor (I) von oben nach unten durchlaufen, wobei in allen Reaktionsstufen ein überhitztes Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisch zugeführt und freigesetzte Wärmeenergie genutzt wird, wobei ein in den Reaktionsstufen erzeugtes Reaktionsgas, welches Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthält sowie entstehende eisenreiche Schlacke kontinuierlich dem Reaktor (I) entnommen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im oberen Bereich des schachtförmigen Reaktors (I) die Pyrolyse der organischen Bestandteile eines unzerteilten Altreifens (15) in einem Zeitraum von 0,5 bis 4 min unter Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches mit einem Anteil von 2 bis 8 Vol.-% O<sub>2</sub> sowie einer Temperatur von 600 bis 800°C durchgeführt wird und anschließend auf einer tieferliegenden Stufe in dem Reaktor (I) die knäueiförmigen Pyrolyseprodukte welche Pyrolysekoks und Stahldrahtanteile enthalten in einer gasdurchlässigen Anhäufung (35) gesammelt werden und der Pyrolysekoks unter Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches mit einem Anteil von 5 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> und einer Temperatur von etwa 800°C vergast wird, wobei gleichzeitig bei dem von Pyrolysekoks freigelegten Stahldrahtanteil die Eisen-Wasserdampf-Reaktion eingeleitet und die während dieses Prozesses entstehende inhomogene Schlacke (40) mit Reifenbestandteilen nach unten bis auf eine nächste Stufe abfließt, wobei der Reaktor (I) in dem durchflossenen Bereich eine Temperatur von 1000 bis 1500°C aufweist und auf der nächsten Stufe die dort entstehende Anhäufung (43) unter Zuführung eines überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches mit einem Anteil von 8 bis 15 Vol.-% O<sub>2</sub> und einer Temperatur von etwa 1000°C weiter vergast wird und die entstehende flüssige Schlacke (44) bei einer Temperatur von 1500 bis 1800°C abwärts fließt und anschließend aus dem Reaktor (I) ausgetragen wird, wobei das entstehende Reaktionsgas bis in den unteren Bereich des Reaktors (I) strömt und anschließend in einen vertikalen Ausgangsschacht (13) nach oben strömt und dabei die Wärmeenergie an die einzelnen Reaktionsstufen im Gegenstrom abgibt sowie im oberen Bereich des Reaktors (I) austritt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reaktor (I) mit den unzerteilten Altreifen (15) zur Bildung von Schlacke geeignete Zuschlagstoffe, vorzugsweise gebrannter oder gelöschter Kalk, zugeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit vom Gewicht der in einer vorbestimmten Zeit zugeführten Altreifen der Anteil der zuzuführenden Zuschlagstoffe be-

stimmt wird.

5. Vorrichtung zum Aufbereiten von Altreifen durch thermisch Zersetzung, welche eine Zuführvorrichtung zu einem Reaktor sowie den Reaktor und Aufnahmevorrichtungen für erzeugte Produkte aufweist, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (1) schachtförmig ausgebildet ist und von oben nach unten verlaufend einen Kopfraum (2), einen Hauptverbrennungsraum (3), einen Nachverbrennungsraum (4) sowie einen Schlackenraum (5) aufweist, wobei in dem Kopfraum (2) ein Schachtrost (1) zur Aufnahme der unzeretzten Altreifen (15) für die Pyrolyse angeordnet ist und zwischen dem Kopfraum (2) sowie dem Hauptverbrennungsraum (3) unter dem Schachtrost (1) ein erstes Stellelement (8) zur Aufnahme der gasdurchlässigen Anhäufung (35) von Pyrolyseprodukten und zwischen dem Hauptverbrennungsraum (3) und dem Nachverbrennungsraum ein zweites Stellelement (10) für eine weitere Anhäufung (43) von Altreifenbestandteilen angeordnet ist, wobei zwischen den Stellelementen (8; 10) und der vorderen, die Räume (2; 3; 4; 5) begrenzenden Wand des Reaktors (1) Spalte (7; 9) zum Durchfluß von Schlacke und Altreifenresten angeordnet ist, wobei die hintere Seite der Räume (2; 3; 4; 5) durch eine Strahlungswand (14) begrenzt ist, zwischen der und der hinteren Wand des Reaktors (1) ein vertikaler Ausgangsschacht (13) für das entstehende Reaktionsgas angeordnet ist, wobei diese über eine untere Öffnung (14') in der Strahlungswand (14) mit dem Schlackenraum (5) verbunden ist und im oberen Bereich des Reaktors (1) ein Austritt für das Reaktionsgas angeordnet ist und wobei in den Räumen (2; 3; 4; 5) Düsen (34; 38; 43; 45; 46) zum Eintritt des überhitzten Wasserdampf/Sauerstoff-Gemisches angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schachtrost (1) ein sich nach vorn verbreitertes Teil (30) aufweist, welches mit einer unteren Rostfläche (36) zur Aufnahme des unzeretzten Altreifens (15) und einer die obere Seite des Schachtrostes (1) begrenzenden Rostfläche (37) versehen ist, wobei der Abstand zwischen diesen größer als die Höhe des Altreifens (15) ist und dabei die vordere Rostfläche (36) vollständig über dem ersten Stellelement (8) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Schachtrost (1) ein durch die Wand des Reaktors (1) nach außen hindurchragender Zuführungsschacht (25) angeordnet ist, an dessen äußerem Ende ein Trichter (20) zur Einführung von unzeretzten Altreifen (15) und Zuschlagstoffen in den Reaktor (1) angeordnet ist, wobei am vorderen Ende des Zuführungsschachtes (25) ein axial in diesen verschiebbarer Stempel (26) zum Verschieben der Altreifen (15) in den Reaktor (1) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Trichter (20) ein horizontaler, über ein Gelenk (23) mit einem Antrieb (24) verbundener, horizontal verschiebbarer Schieber (22) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Zuführungsschacht (25) zwischen dem Trichter (20) und dem Reaktor (1) eine Schachtverengung (28) angeordnet ist, an deren

Wänden die unzeretzten Altreifen (15), den Innenraum des Reaktors (1) nach außen abdichtend, anliegen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schachtverengung (28) den Altreifen (15) in seiner Lage fixierende Vorsprünge (28') angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Stellelement (8; 10) auf einer parallel zu der vorderen Wand des Reaktors (1) verlaufenden Stellachse (41) angeordnet und um diese verschwenkbar ist, wobei der Spalt (7; 9) zwischen der Wand und dem vorderen Ende des Stellelementes (8; 10) einstellbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt (7) vor dem ersten Stellelement (8) eine größere Breite als der Spalt (8) vor dem zweiten Stellelement (10) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1 sowie 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die vordere Wand des Reaktors (1) als eine Reaktionswand (6) ausgebildet ist, entlang der die Reifenbestandteile sowie die Schlacke abfließen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kopfraum (2) Zünder (34') angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlackenraum (5) mit einem die granulierten, eisenreiche Schlacke abkühlenden, mit Wasser gefüllten Löschbecken (11) verbunden ist, wobei vor einem Auslauf (48) aus dem Schlackenraum (5) vorzugsweise ein Überlauf angeordnet ist und der Schlackenraum (5) nach außen durch eine in das Wasser des Löschbeckens (11) eintauchende Abdeckung (49) abgeschlossen ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Löschbecken (11) ein in dieses hineinragendes, das Granulat (50) abziehendes Becherwerk (12) in Verbindung steht.

17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ausgang (51) aus dem Reaktor (1) für das Reaktionsgas, welches Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthält, an sich bekannte Einrichtungen der Gasaufbereitung sowie der Restwärmenutzung nachgeordnet sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

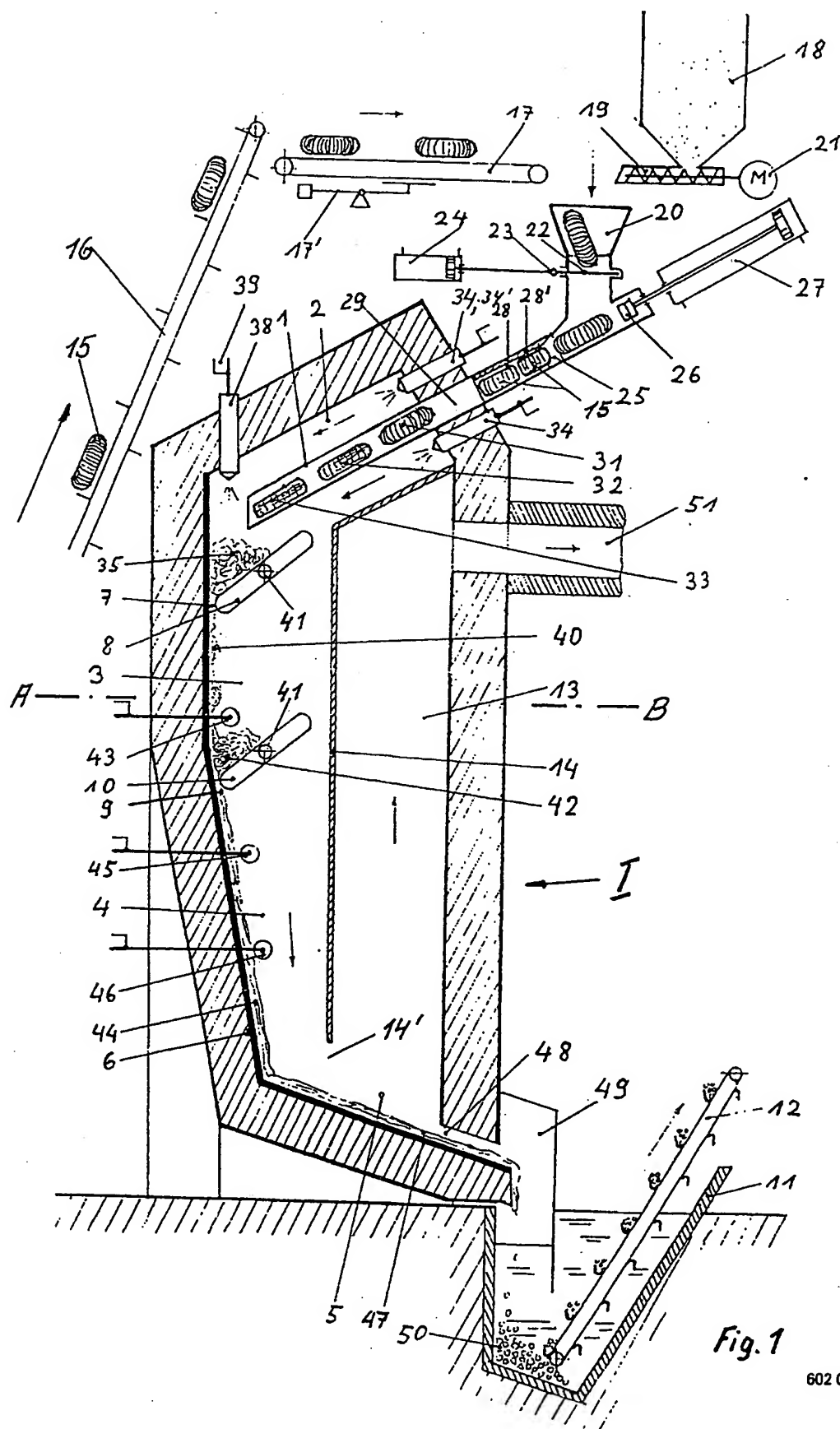
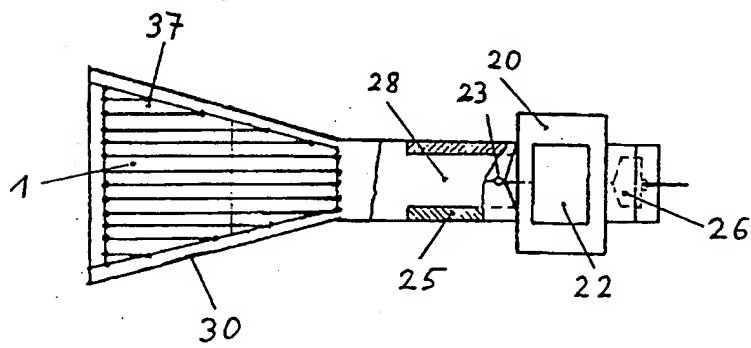
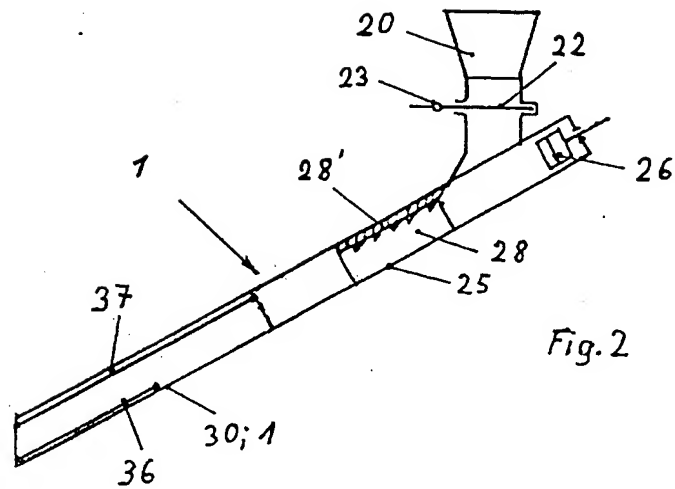


Fig. 1



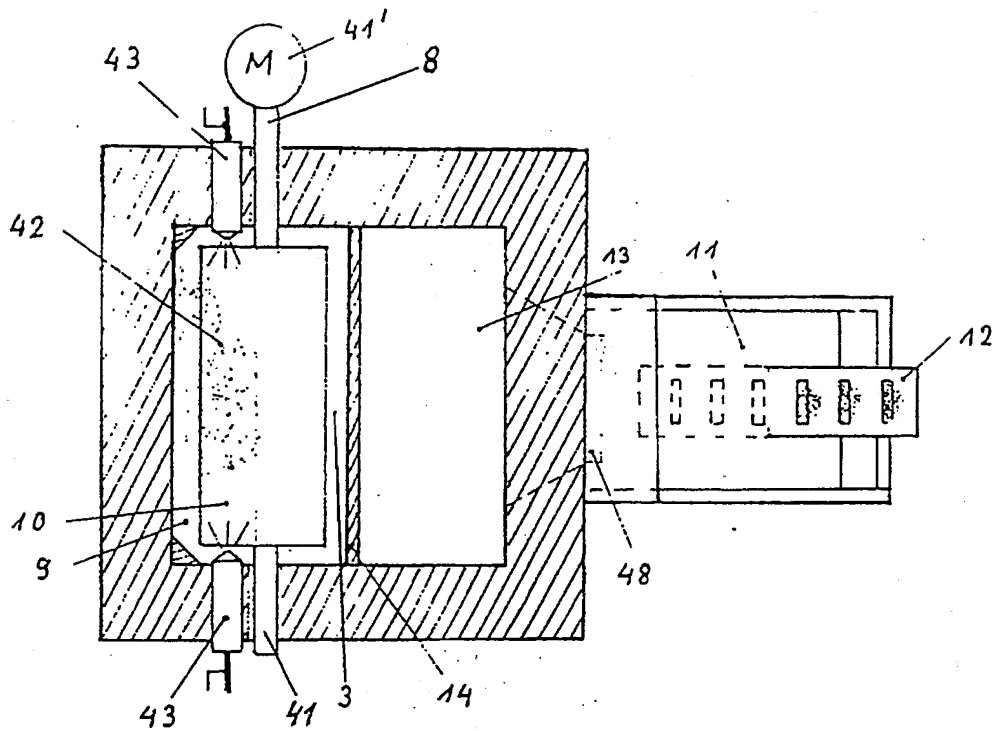


Fig. 4